Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 19, No. 2, May-June 2023, p. 247-258

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۹، شماره ۲، خرداد- تیر ۱۴۰۲ ص. ۲۵۸-۲۴۷

Homepage: http://ifstrj.um.ac.ir
Research Paper

Utilization of Fiber Obtained from Barley Malt Pulp as a Fat Substitute in the Production of Low Fat Mayonnaise

A. Mansouri Yarahmadi[1], P. Rajaei[2]*, S. Movahed[3]

Received: 2021.09.12
Revised: 2021.12.05
Accepted: 2022.01.23
Available Online: 2022.05.11

How to cite this article:
Mansouri Yarahmadi, A., Rajaei, P., & Movahed, S. (2023). Utilization of fiber obtained from barley malt pulp as a fat substitute in the production of low fat mayonnaise. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *19*(2), 247-258. http://doi.org/10.22067/ifstrj.2022.72465.1096

Introduction

Introduction: Mayonnaise is one types of sauces that has always been loved and preferred by consumers because of its unique texture and taste. Sauce is a semi-solid or liquid food ingredients that consists of emulsifying edible vegetable oils (at least 66%) in a liquid phase including vinegar, water, lemon juice, and egg yolk (Bortnowska and Makiewiewicz, 2006). According to the National Standard of Iran (No. 2454), if the amount of fat in mayonnaise is reduced by at least 25% (from 66% of fat), it is considered reduced fat mayonnaise, and if it is reduced by 50% in fat, mayonnaise is considered low-fat. (National Standard of Iran 2454, 1394). Fibers are edible parts of plants or similar carbohydrates that cannot be absorbed in the gut and only irritate the gut. Dietary fiber contains polysaccharides, oligosaccharides, lignin and related plant materials. Dietary fiber intake can reduce the risk of cardiovascular disease, high blood pressure, diabetes, obesity, cancer and some gastrointestinal disorders. They can alter tissue properties, eliminate hydration, stabilize high-fat foods and emulsions, and improve shelf life (Zhang *et al*., 2017). Barley (*Avena sativa* L.) is an important crop with about 21 million tons annually production worldwide. The seed has been used to raise public awareness about the health benefits of beta-glucan, which helps lower blood cholesterol and glucose levels. Protein is the second most abundant element (12 to 20%) in barley after starch, which contains organic amino acids, due to its high lysine content because globulins make up 70 to 80% of total barley protein. Alcohol-soluble prolamins, on the other hand, are the main storage proteins in other cereals (Nito *et al*., 2015).

Materials and Methods

In this study, nitrate, ethanol, methanol, chloroform, ethylene glycol and acetic acid were prepared from Merck Company (Germany) and sunflower oil from Rana Company, vinegar from Somayeh Company, salt from Aali Company, sugar from Pardis Company, mustard from Bijan Company and Barley Malt Pulp was prepared from Behnoosh Company. Chemical extraction method was used to extract fiber. (Salehifar and Fadai Noghani, 2013). To prepare the mayonnaise samples, the powder ingredients including salt, mustard and sugar, vinegar and water were first mixed well and uniformly with a mixer (IKA WERK, Germany). Then, according to the formulation, the fiber extracted from barley malt pulp was gradually added to the above mixture, which was stirring, and the eggs were added to the mixture and mixed thoroughly to obtain a uniform composition. At this stage, the oil was added dropwise with continuous pouring. Finally, the samples of mayonnaise prepared were kept at refrigerator for further analysis. In all samples, the amount of sugar (11.5 g), white vinegar (23.1 g), eggs (39.45 g), salt (4.50 g), water (24.6 g) was constant (Bostani *et al*., 2011). In this study, in order to reduce the amount of oil, it was replaced with fiber extracted from barley malt pulp at five levels of 0, 5, 10, 15 and 20% (w / w).

1, 2 and 3- Master Student of Food Science and Technology, Assistant Professor and Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Varamin Pishva Branch, Varamin, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Prajaei@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.2022.72465.1096

Results and Discussion

The effect of replacing different percentages of fibers extracted from barley malt pulp with fat at levels (5, 10, 15 and 20%) on physicochemical properties (fat, fiber, ash, viscosity and colorimetry (L*) a*, b*) and sensory characteristics (taste, smell, color, texture and general acceptance) were determined using analysis of variance at 5% probability level. Various properties of low-fat mayonnaise showed that as the percentage of barley malt fiber increased, the amount of fat, radiance and yellowness in low-fat mayonnaise treatments (P <0.05) decreased, and the addition of fiber increases the viscosity, fiber, ash and redness of mayonnaise, treatments (P> 0.05) as well as protein content. In the treatments, which was statistically significant (P> 0.05), the results of sensory evaluation of mayonnaise samples showed that the addition of fiber extracted from barley malt pulp resulted in a significant reduction in taste, texture, color and the general acceptance of mayonnaise samples (P <0.05), while the decrease in odor score was not statistically significant (P> 0.05), so that the treatment containing 20% barley malt fiber had the lowest sensory score (taste). Smell, texture, color, acceptance k Li) and treatments containing 5 and 10% barley malt fiber received the highest sensory scores (taste, odor, texture, color, general acceptance) from the panelists.

Conclusion

According to the results, treatment 3 (containing 10% barley malt fiber) was introduced as the best treatment in the present study.

Keywords: Barley, Barley malt pulp, Fiber, Low fat, Mayonnaise

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 19, No. 2, May-June 2023, p. 247-258

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۹، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۴۰۲ ص. ۲۵۸-۲۴۷

مقاله پژوهشی

استفاده از فیبر بدست آمده از تفاله مالت جو به عنوان جایگزین چربی در تولید سس مایونز کم چرب

امیر منصوری یاراحمدی[1]- پیمان رجایی[2*]- سارا موحد[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۳

چکیده

در این پژوهش اثر جایگزینی درصدهای مختلف فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو با چربی در سطوح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد)، بر خواص فیزیکوشیمیایی (چربی، فیبر، خاکستر، ویسکوزیته و رنگ‌سنجی (L*, a*, b*) و خواص حسی (طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش‌کلی) مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از تحلیل واریانس در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد. مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. نتایج ارزیابی خصوصیات مختلف سس مایونز کم چرب نشان داد که افزایش درصد فیبر مالت جو باعث کاهش میزان چربی، روشنایی و زردی در تیمارهای سس مایونز کم چرب شد ($P<0/05$). همچنین افزودن فیبر باعث افزایش میزان ویسکوزیته، فیبر، خاکستر و قرمزی در تیمارهای سس مایونز شد ($P<0/05$). همچنین میزان پروتئین در تیمارها افزایش یافت که این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P<0/05$). نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های سس مایونز نشان داد که با افزودن میزان فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو به سس مایونز میزان امتیاز طعم، بافت، رنگ و پذیرش‌کلی کاهش یافت که این کاهش از لحاظ آماری معنی دار بود ($P<0/05$). در حالی که امتیاز بو معنی‌دار نبود ($P>0/05$). به‌طوری‌که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو کمترین امتیاز حسی (طعم، بو، بافت، رنگ، پذیرش کلی) و تیمار حاوی ۵ و ۱۰ درصد فیبر مالت جو بیشترین امتیاز حسی (طعم، بو، بافت، رنگ، پذیرش کلی) را از ارزیابان دریافت کردند. با توجه به نتایج کلیه آزمون‌های انجام شده، تیمار ۳ (حاوی ۱۰ درصد فیبر مالت جو) به عنوان بهترین تیمار در تحقیق حاضر معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: تفاله مالت جو، جو، سس مایونز کم چرب، فیبر

مقدمه

مایونز یکی از انواع سس‌ها بوده که همیشه به دلیل بافت و طعمش مورد علاقه و تحسین مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. سس فرآورده غذایی نیمه جامد یا سیال است که از امولسیون شدن روغن های گیاهی خوراکی (حداقل ۶۶ ٪) در یک فاز مایع شامل سرکه، لیمو، آب، عصاره لیمو، زرده تخم مرغ تشکیل می‌گردد (Bortnowska, Makiewiewicz, 2006). سس مایونز یک نوع امولسیون نیمه جامد روغن در آب است که شامل ۷۰- ۸۰ درصد چربی بوده و در روش مرسوم با مخلوط کردن تخم مرغ، سرکه، روغن و ادویه‌ها، به ویژه خردل، تهیه می‌شود (Liu *et al*., 2007). طبق استاندارد ملی ایران (شماره ۲۴۵۴)، چنان چه میزان چربی در سس مایونز حدقل ۲۵ درصد (از ۶۶ درصد چربی) کاهش یابد، تحت عنوان سس مایونز با چربی کاهش یافته و اگر ۵۰ درصد چربی کاهش یابد، سس مایونز کم چرب محسوب می‌شود (National Standard of Iran No. 2454, 2015). امروزه افزایش نگرانی مصرف‌کنندگان در مورد اثرات برخی ترکیبات مواد غذایی بر روی سلامت تشدید شده است که خود موجب بروز فشارهایی بر صنعت غذا جهت کاهش میزان چربی، شکر، کلسترول، نمک و سایر افزودنی ها در مواد غذایی شده است (Liu *et al*., 2007). چربی رژیم غذایی به عنوان منبع اضافی کالری، اسیدهای چرب اشباع شده و کلسترول

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، استادیار و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین پیشوا، ورامین، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Prajaei@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.2022.72465.1096

و نیز ارتباط چربی با بروز بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان و چاقی باعث بروز نگرانی‌های متعدد شده است. چربی بیشترین کالری (۹ kcal/g) را در مقایسه با پروتئین و کربوهیدرات (۴ kcal/g) فراهم می‌نماید. از طرف دیگر افزایش آگاهی مردم به عنوان مصرف‌کننده محصولات دارای چربی نسبت به مسائل مربوط به سلامتی، تولیدکنندگان را برآن داشته تا به دنبال راه چاره‌ای موثر برای غلبه بر این مشکل باشند (Dadapour andYazdan Panah, 2020). مهندسین مواد غذایی، جایگزین‌های کم کالری و بدون کالری متعددی را به منظور تولید محصولات کم‌چرب توسعه دادند. این ترکیبات کالری کمتری در فرمولاسیون غذایی بدون تغییر در طعم، احساس دهانی، ویسکوزیته یا دیگر خصوصیات ارگانولپتیکی ایجاد می‌کنند (Worrasinchai *et al*., 2006). فیبرها بخش‌های خوراکی از گیاهان یا کربوهیدرات‌های مشابه هستند که نمی‌توانند در روده جذب شوند و تنها باعث تحریک روده می‌شوند. فیبر غذایی شامل پلی ساکاریدها، الیگوساکاریدها، لیگنین و مواد گیاهی مرتبط است. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که مصرف فیبر غذایی می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، فشار خون بالا، دیابت، چاقی، سرطان و برخی اختلالات دستگاه گوارش را کاهش دهد. علاوه بر مزایای بهداشتی مختلف، فیبر غذایی همچنین می‌تواند خواص عملکردی بسیاری از محصولات غذایی مانند ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری روغن، قوام کف، امولسیون و یا تشکیل ژل را بهبود بخشد. فیبرهای رژیمی هنگامی که در غذاهایی (مانند محصولات نانوایی و لبنیات، مربا، گوشت و سوپ‌ها) گنجانده می‌شوند، می‌توانند خواص بافتی را تغییر دهند، آب‌اندازی را از بین ببرند، غذاهای پرچرب و امولسیون را تثبیت کنند و عمر نگهداری محصولات را بهبود بخشند. امروزه فیبرها به طور گسترده‌ای در محصولات غذایی مختلف مانند نانوایی، گوشت، شیر، سوسیس، نوشیدنی‌ها، ادویه‌ها، ماکارونی، خردل، کچاپ، و خمیر یخ زده استفاده می‌شوند (Zhang *et al*., 2017). جو (*Avena sativa* L.) محصولی مهم، با تولید سالیانه حدود ۲۱ میلیون تن در سراسر جهان است. کانادا، یکی از تأمین کنندگان عمده این محصول در جهان است که اکثریت تجارت جهانی جو را به خود اختصاص می‌دهد. این دانه به دلیل افزایش آگاهی عمومی در مورد مزایای سلامتی بتا-گلوکان، که به کاهش کلسترول خون و سطوح گلوکز کمک می‌کند، مورد توجه قرار گرفته است. پروتئین، دومین عنصر (۱۲ تا ۲۰ درصد) در جو بعد از نشاسته است. پروتئین جو، حاوی پروفایل اسید آمینه آلی می‌باشد که علت آن، وجود محتوای بالایی از لیزین است زیرا گلوبولین‌ها ۷۰ تا ۸۰ درصد کل پروتئین را در جو تشکیل می‌دهند، در حالی‌که پرولامین‌های محلول در الکل، پروتئین‌های ذخیره‌ای عمده در سایر غلات هستند (Nieto *et al*., 2015). طیف وسیعی از محصولات حاوی جو مانند نوشیدنی ها، غلات و محصولات پخته مصرف می‌شوند؛ جو، در مقایسه با سایر غلات، محتوای پروتئین بالاتری دارد و همچنین حاوی ترکیبات مطلوب تر مانند اسیدهای آمینه ضروری و به همین ترتیب ارزش غذایی بالا می‌باشد. ترکیب آمینواسیدی آن تقریباً مطلوب است؛ با این حال، جو مانند سایر غلات حاوی لیزین می‌باشد (Brückner-Gühmann *et al*., 2018). در راستای تهیه سس مایونز کم چرب با استفاده از جایگزین‌های چربی مختلف، تاکنون پژوهش های متنوعی گزارش شده است. لی و همکاران (Lee *et al*., 2013) از نشاسته اصلاح شده برنج در سطوح ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد به عنوان جایگزین چربی و هم چنین صمغ زانتان به میزان ۰/۲ درصد (در نمونه‌های حاوی ۳۰ و ۵۰ درصد نشاسته)، در فرمولاسیون سس مایونز با چربی کاهش یافته استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که تا ۳۰ درصد جایگزینی روغن، پایداری امولسیون سس مایونز به خوبی حفظ می‌شود (Lee *et al*., 2013). شن و همکاران (Shen *et al*., 2011) اثر دکسترین جو دو سر را به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز با استفاده از روش سطح پاسخ بررسی نموده و نشان دادند که دکسترین جو دو سر پتانسیل خوبی برای جایگزینی چربی در سس مایونز دارد (Shen *et al*., 2011). لی و همکاران (Lee *et al*., 2014) به بررسی کاربرد ژل کنجاک (گلوکومانان) به عنوان شبه چربی در سس مایونز پرداخته و اثرات سطوح مختلف جایگزینی را بر خصوصیات رئولوژیکی، رنگ، مشاهدات میکروسکوپ نوری و میزان کالری بررسی نمودند؛ نتایج حاصل نشان دادند که غلظت های کم تر از ۳۰ درصد ژل کنجاک در سس مایونز به عنوان جایگزین چربی قابل قبول هستند (Lee *et al*., 2014). هدف از انجام این تحقیق استفاده از فیبر جو بدست آمده از تفاله مالت جو به عنوان جایگزین چربی در تولید سس مایونز کم چرب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نیترات، اتانول، متانول، کلروفرم، اتیلن گلایکول و اسیداستیک از شرکت مرک آلمان تهیه شد و روغن آفتابگردان از شرکت رعنا، سرکه از شرکت سمیه، نمک از شرکت عالی، شکر از شرکت پردیس، خردل از شرکت بیژن و تفاله مالت جو از شرکت بهنوش تهیه شدند.

استخراج فیبر به روش شیمیایی

جهت استخراج شیمیایی فیبر از تفاله مالت جو تهیه شده مقدار ۱۰۰ گرم نمونه (تفاله مالت جو) را وزن و در ظروف مخصوص قرار داده شد و رطوبت آن سریع تعیین شد. ۲ گرم از نمونه خرد شده با

بالن ۶۰۰ میلی‌لیتر منتقل، ۲-۱/۵ گرم فیبر سرامیکی خشک، ۲۰۰ میلی‌لیتر H_2SO_4 ۱/۲۵ درصد در حال جوش، به محتویات بالن اضافه شد. سنگ جوش نیز به بالن اضافه شد. بالن در دستگاه هضم قرار گرفت و به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس محتویات آن توسط صافی، صاف شد. در حین صاف کردن ابتدا با آب و سپس با ۲۰۰ میلی‌لیتر NaOH ۱/۲۵ ٪ جوش شستشو داده شد. در نهایت با H_2SO_4 ۱/۲۵ ٪ و الکل شستشو و به ظرف خاکسترگیری منتقل گشت. ماده باقیمانده ۲ ساعت در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. سپس در دسیکاتور سرد و توزین گردید (a). در ادامه در کوره با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد و مجددا در دسیکاتور سرد و وزن شد (b) و اختلاف وزن محاسبه شد. درصد فیبر خام از تفاضل مقادیر به دست آمده a,b و تقسیم آن بر وزن نمونه و ضرب مجموع در عدد صد حاصل شد (Salehi Far and Fadaei Noghani, 2013).

$$\text{فیبر خام} = \frac{a - b}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

روش کار

برای تهیه سس مایونز از فرمول ارائه شده در جدول ۱ استفاده شد. جهت تهیه نمونه‌های سس مایونز در ابتدا تخم مرغ، یک سوم سرکه و مواد پودری شامل نمک، شکر، پودر خردل و اسید سیتریک با همدیگر به مدت ۶ دقیقه توسط همزن(IKA WERK، آلمان) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه مخلوط شدند. سپس روغن با سرعت تقریباً ثابت به وسیله یک قیف شیاردار طی ۷ دقیقه اضافه شدند و در نهایت باقیمانده سرکه ظرف دو دقیقه به مخلوط اضافه شد. پس از کامل شدن مراحل تولید و پر کردن در ظروف شیشه‌ای، مایونزها به مدت ۲۴ ساعت تا زمان انجام آزمون ها در یخچال نگهداری شدند. لازم به ذکر است که در نمونه‌های حاوی فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو، این ترکیب در زمان افزودن روغن به فرمولاسیون اضافه گردید (Bostani *et al.*, 2011). در این تحقیق، به منظور کاهش میزان روغن، از جایگزینی آن با فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو در سطوح ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد (وزنی/وزنی) استفاده شد.

جدول ۱- فرمولاسیون سس مایونز (درصد)

Table 1- Mayonnaise formulation (percentage)

ترکیبات **Ingredients**	تیمار شاهد **Control treatment**	تیمار ۱ **Treatment1**	تیمار ۲ **Treatment 2**	تیمار ۳ **Treatment 3**	تیمار ٤ **Treatment4**
روغن **Oil**	50.5	55.5	60.5	65.5	70.5
سرکه **Vinegar**	10	10	10	10	10
نمک **Salt**	1	1	1	1	1
شکر **Suger**	3	3	3	3	3
تخم‌مرغ **Egg**	8	8	8	8	8
خردل **Mustard**	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
اسید سیتریک **Citric acid**	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
بنزوات سدیم **Sodium benzoate**	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
آب **Water**	7	7	7	7	7
فیبر استخراج شده از مالت **Fiber extracted from malt**	20	15	10	5	0

آزمون‌های سس مایونز

چربی

حدود ۲۵ گرم از نمونه یکنواخت شده توزین شد، سپس درون آون ۱±۱۰۵ درجه سلسیوس، قرار گرفت تا کاملا خشک شود. ۱۰ گرم نمونه در کاغذ صافی کوچک توزین شد، سپس به درون کارتوش دستگاه سوکسله منتقل گردید. بالن مخصوص سوکسله همراه با چند عدد سنگ جوش پس از این که به وزن ثابت رسید، توزین شد. پس از اتصال بالن به سیفون سوکسله، به مدت ۶ تا ۸ ساعت چربی آزمونه

را به وسیله اترپترولیوم، استخراج و در بالن جمع آوری شد. پس از گذشت زمان بالن محتوی چربی را جدا کرده و به مدت یک ساعت در آون ۱۰۵±۱ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس، آن را خارج کرده و درون دسیکاتور قرار داده و بعد از خشک شدن، وزن شد. این عمل تا رسیدن به وزن ثابت تکرار شد. وزن بالن و محتوی آن یادداشت شد. اختلاف وزن بالن پیش و پس از استخراج، میزان چربی موجود در آزمونه را نشان داد. میزان روغن استخراجی بر حسب درصد در ماده خشک با استفاده از فرمول به شرح زیر به دست آمد (National Standard of Iran No. 3827, 2013).

$$\text{میزان روغن} = \frac{\text{وزن بالن خالی} - \text{وزن بالن حاوی چربی}}{\text{وزن نمونه}} \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

فیبر غذایی کل

ابتدا میزان ۴ گرم فیبر در ۴ ارلن مایر وزن شد. سپس میزان ۵۰ میلی‌لیتر بافر فسفات به ارلن مایر اضافه شد. نمونه‌ها در حمام بخارآب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شدند. سپس میزان ۰/۱ میلی‌لیتر آنزیم آلفاآمیلاز به هر کدام از نمونه‌ها اضافه شد. نمونه ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب نگهداری گردیدند. سپس نمونه‌ها به سرعت سرد و pH با استفاده از محلول سود ۰/۲۷۵ مول اکی‌والان/ لیتر در ۷/۵ تنظیم شد. نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شدند و ۰/۱ میلی‌لیتر آنزیم پروتئاز به هر کدام از ارلن مایرها اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردیدند. در ادامه، دمای نمونه‌ها را کاهش داده و pH نمونه‌ها توسط اسیدکلریدریک ۰/۳۲۵ مول اکی‌والان/لیتر معادل ۴ تنظیم شد. سپس میزان ۰/۳ میلی‌لیتر آنزیم آمیلوگلوکوزیداز به نمونه ها اضافه شد. پس از این مرحله به میزان تقریبی ۴ برابر فیبر، اتانول ۹۵ درصد در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد اضافه و به مدت یک ساعت در حمام آب نگهداری شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از فیلتر خلاء صاف شدند. محتویات روی کروزه پیرکس ۳ مرتبه با اتانول ۷۸ درصد، ۲ مرتبه با اتانول ۹۵ درصد و ۲ مرتبه با استون شستشو شد. کروزه در آون ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ دقیقه قرار داده شد و سپس توزین انجام شد (W_2). ۲ کروزه دیگر در کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده و سپس توزین شد (W_3). میزان پروتئین خام در محتویات نمونه باقی‌مانده از طریق روش کجلدال اندازه‌گیری شد (W_4). وزن نمونه شاهد نیز تعیین گردید (W_5). فیبر غذایی کل از رابطه زیر محاسبه گردید: (Vazquez-Ovando *et al.*, 2009).

$$TDF\left(\frac{g}{100g}\right) = \frac{(W2-W3-W4-W5)}{W1} \times 100 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

خاکستر

مقدار ۲-۵ گرم نمونه (تفاله مالت جو) با دقت در بوته چینی که قبلا به وزن ثابت رسیده است وزن شد. سپس در کوره قرار داده و دمای کوره بر روی ۶۰۰ درجه سلسیوس تنظیم و روشن شد. نمونه باید به رنگ سفید مایل به خاکستری درآید. بوته از کوره خارج شده و در حرارت اطاق دسیکاتور سرد شد. ۲۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۵ نرمال به آن افزوده و با شیشه ساعت درب آن پوشیده شد و به مدت ۱۰ دقیقه روی بن ماری در حال جوش قرار گرفت. گاهگاهی بهم زده و توسط کاغذ صافی بدون خاکستر صاف شد. کاغذ صافی را با آب مقطر شسته تا آب شستشو، عاری از اسیدکلریدریک گردد. کاغذ صافی داخل همان بوته قرار گرفته، سوزانده و در کوره خاکستر شد. بعد بوته در دسیکاتور سرد و سپس وزن شد. همزمان با آزمون ۲۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک را توسط یک کاغذ مشابه صاف کرده و آن را در یک بوته چینی که قبلا به وزن ثابت رسیده است سوزانده و در داخل کوره مانند نمونه خاکستر نموده و پس از سرد شدن در دسیکاتور وزن شد. درصد خاکستر نامحلول در اسید مطابق فرمول ذیل محاسبه شد (Vazquez-Ovando *et al.*, 2009).

$$\left[S = (W1 - W0) - (W'1 - W'0) \times \frac{100}{W2}\right] \qquad \text{رابطه (۳)}$$

ویسکوزیته

برای اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها از ویسکومتر بروکفیلد مدل DV2 ساخت آمریکا، و دوک شماره ۳ استفاده شد. گرانروی ظاهری در سرعت‌های چرخشی ۲۰ دور در دقیقه (در محدوده گشتاوری ۱۰ تا ۱۰۰ درصد) در دمای محیط اندازه‌گیری شدند (Mirghafoori and Rahimi, 2016).

تغییرات رنگ

رنگ بازتاب نور از ماده به چشم است که تشخیص داده می‌شود. رنگ با روش عکس‌برداری دیجیتالی و سپس آنالیز با نرم‌افزار فتوشاپ در سیستم هانترلب (D25-DP900) اندازه‌گیری شد. سیستم هانترلب رنگ را در سه بعد و شش جهت بررسی می‌کند به این ترتیب که در هر دو جهت، دو رنگ متفاوت را در مقابل هم نشان می دهد. در بعد L روشنی، a رنگ قرمز و b رنگ زرد را بررسی می‌کند که بر روی نمونه خام انجام شد (Ghorbanian and Nouri, 2016).

ارزیابی کیفی (حسی)

ارزیابی کیفی نمونه‌ها، در پنج ویژگی رنگ، طعم، بو، بافت و پذیرش کلی، صورت گرفت. بررسی ویژگی‌های حسی در این تحقیق

بر اساس هدونیک ۵ نقطه‌ای (امتیاز ۱ بسیار بد تا ۵ بسیار خوب) و توسط ۱۵ نفر ارزیاب آموزش دیده بر روی نمونه‌های تولیدی سس مایونز کم چرب انجام شد (National Standard of Iran No. 2965, 2002). هدف از انجام این آزمون حسی، میزان مقبولیت کلی نمونه‌ها توسط مصرف‌کنندگان بود. از ۱۵ ارزیاب برای انجام این آزمون استفاده شد و از آن‌ها خواسته شد که به نمونه‌ها، صفت‌های کلی لذت بخشی (هدونیک)، از بسیار بد تا بسیار خوب بدهند. سپس این صفت‌ها به اعداد ۱ تا ۵ تبدیل شدند.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

اختلاف بین تیمارهای مختلف، در سطوح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) و با استفاده از تحلیل واریانس (ANOVA) در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد. مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار SPSS رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نمونه‌ها که تاثیر تیمار بر میزان چربی، خاکستر ، فیبر، ویسکوزیته در نمونه‌های سس مایونز محتوی مقادیر مختلف فیبر تفاله مالت در جدول ۲ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری میزان چربی

اثر افزودن فیبر مالت جو بر میزان چربی نمونه‌های سس مایونز کم چرب نتایج نشان داد که افزودن فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو منجر به کاهش معنی‌دار چربی نمونه‌های سس مایونز شد ($P<0/05$). به طوری‌که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو، کمترین میزان چربی و تیمار شاهد بیشترین میزان آن را داشت (جدول ۲). بتاگلوکان به عنوان نوعی جایگزین چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد و قادر است که برخی از ویژگی‌های عملکردی چربی‌ها را، به وسیله باند کردن مولکول‌های آب درون امولسیون‌های غذایی از خود نشان دهد (Amiri Aghdaei *et al*., 2012).

جدول ۲- نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر فیبر بر میزان چربی، خاکستر، فیبر، ویسکوزیته در نمونه‌های سس مایونز کم چرب

Table 2- The results of comparing the average effect of fiber on the amount of fat, ash, fiber, and viscosity in low-fat mayonnaise samples

تیمار Treatment	چربی Fat	خاکستر Ash	فیبر Fiber	ویسکوزیته Viscosity
1	71.36 ± 0.26^{a}	1.34 ± 0.8^{e}	1.31 ± 17^{e}	27856 ± 143^{e}
2	66.11 ± 0.13^{b}	1.71 ± 0.7^{d}	4.50 ± 21^{d}	31427 ± 499^{d}
3	61.52 ± 0.21^{c}	2.10 ± 0.8^{c}	7.58 ± 12^{c}	35592 ± 180^{c}
4	57.74 ± 0.14^{d}	2.61 ± 0.8^{b}	10.63 ± 12^{b}	39405 ± 188^{b}
5	52.09 ± 0.34^{e}	3.13 ± 0.8^{a}	13.650 ± 19^{a}	45364 ± 172^{a}

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۵٪ فیبرمالت جو، ۳: تیمار حاوی ۱۰٪ فیبر مالت جو، ۴: تیمار حاوی ۱۵٪ فیبر مالت جو، ۵: تیمار حاوی ۲۰٪ فیبر مالت جو

1:control treatment, 2: treatment containing 5% barley malt fiber, 3: treatment containing 10% barley malt fiber, 4: treatment containing 15% barley malt fiber, 5: treatment containing 20% barley malt fiber

از طرفی ذکر این نکته ضروری است که براساس تحقیق امیرعقدایی و همکاران (Amiri Aghdaei *et al*., 2012)، که به بررسی اثر بتاگلوکان به عنوان جایگزین روغن در سس مایونز پرداخته‌اند و با کاهش میزان روغن در فرمولاسیون، در سطحی تقریباً برابر به فرمولاسیون اولیه سس مایونز آب افزوده‌اند، در این پژوهش نیز با افزودن فیبر استخراج شده از مالت جو، میزان چربی کاهش یافت. بنابراین به طریقی ضمن بهره‌مندی از اثر مثبت بتاگلوکان در حفظ و نگهداری رطوبت در محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد، افزایش میزان آب در نمونه‌های حاوی بتاگلوکان خود عاملی بر افزایش میزان رطوبت محصول بوده که در آن‌ها جایگزینی روغن صورت گرفت (Amiri Aghdaei *et al*., 2012). همچنین لازاریدو و همکاران (Lazaridou *et al*., 2007)، در پژوهش خود بیان نمودند که از بتاگلوکان می‌توان به عنوان مقلد چربی در فرآورده های غذایی استفاده نمود، زیرا با قابلیت افزایش ویسکوزیته و تشکیل ژل، قادرا ست در محصول کم چرب، قوام و بافت ایجاد نماید و حتی محتوای رطوبت را جهت حفظ تازگی محصول در طول نگهداری، نسبت به نمونه فاقد آن حفظ کند (Lazaridou *et al*., 2007).

اندازه‌گیری میزان خاکستر

اثر افزودن فیبر مالت جو بر میزان خاکستر نمونه‌های سس مایونز کم چرب نتایج نشان داد که افزودن فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو منجر به افزایش معنی‌دار خاکستر نمونه‌های سس مایونز شد ($P<0/05$). به طوری‌که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو بیشترین میزان خاکستر و تیمار شاهد کمترین میزان آن را داشت (جدول ۲).

فیبر مالت جو دارای حدود ۲/۵ ٪ خاکستر می‌باشد که در این صورت با افزایش میزان فیبر به فرمولاسیون سس مایونز کم چرب، میزان خاکستر در نمونه‌ها نیز افزایش یافت (Kuret *et al*., 2016). افزودن فیبر مالت جو با دارا بودن املاح زیاد، باعث شده خاکستر نیز در تمامی نمونه‌های افزایش یابد (Shahriari, 2016). نتایج این تحقیق با نتایج امیر عقدایی و همکاران (Amiri Aghdaei *et al*., 2012)، که تأثیر بتاگلوکان جوی دوسر بدون پوشینه به عنوان مقلد چربی بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب را بررسی کردند، مطابقت دارد (Amiri Aghdaei *et al*., 2012). همچنین در پژوهشی که زارعی و داودی (Zarei and Davoudi, 2017) برروی بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، تصویر، بافتی و حسی سس مایونز کم‌چرب حاوی آرد کامل دانه خربزه حاوی فیبر انجام دادند، بیان کردند که با افزایش میزان آرد خربزه میزان خاکستر نمونه‌های سس مایونز افزایش یافت که با نتایج این پژوهش مشابهت دارد (Zarei and Davoudi, 2017).

اندازه‌گیری میزان فیبر

اثر افزودن فیبر مالت جو بر میزان فیبر نمونه‌های سس مایونز کم چرب نتایج نشان داد که افزودن فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو منجر به افزایش معنی‌دار فیبر نمونه‌های سس مایونز شد (P<0/05). به طوری‌که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو بیشترین میزان فیبر و تیمار شاهد کمترین میزان آن را داشت (جدول ۲). با توجه به تحقیقات انجام شده فیبر جو دارای ۸۰٪ فیبر غذایی (۷۸٪ بخش غیر محلول و ۲٪ بخش محلول) بود. ترکیب شیمیایی فیبر غذایی شامل: پروتئین ۴ درصد، کربوهیدرات ۳/۲ درصد، چربی ۱/۸ درصد و خاکستر ۲/۵ درصد بود (Kuret *et al*., 2016). تبادل کاتیونی یک ویژگی فیزیکی مهم فیبرهای غذایی است. این توانایی فیبر است که یون‌های فلزی را در سطح آن به همان روشی متصل کند که مواد معدنی رسی قادر به نگهداری کاتیون‌ها در خاک هستند، بنابراین بی تردید کاهش در دسترس بودن مواد معدنی و جذب الکترولیت به دلیل اتصال مواد معدنی و الکترولیت‌ها است. به نظر می‌رسد تعداد گروه های کربوکسیل آزاد روی بقایای قند و محتوای اسید اورونیک پلی-ساکاریدها به خصوصیات تبادل کاتیونی فیبرها مربوط باشد. بنابراین خاصیت تبادل کاتیونی فیبر به حضور چندین گروه عملیاتی که مسئول توانایی تبادل هستند، بستگی دارد. این ویژگی در درجه اول به حضور فنل و گروه‌های کربوکسیل از اسید سولورونیک پکتین و بخش همی‌سلولز، گلوکورونوکسیلان بستگی دارد. فیبرهای نامحلول دارای ظرفیت تبادل بالاتر و بعد از آن به ترتیب فیبر غذایی کل و فیبر غذایی محلول است. این ظرفیت تبادل کاتیونی بالای فیبر غذایی نامحلول ممکن است به دلیل ترکیبات شیمیایی آن باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی فیبر غذایی کل عمدتا به محتوای فیبر غذایی نا محلول آن بستگی دارد. این مبادله به عنوان بانکی عمل می‌کند که K^+، Ca $^{++}$، Na^+ و Mg^{++} در هنگام کاهش pH با H^+ مبادله می‌شوند و هنگامی که کاتیون‌های جدید موقع مخلوط شدن بزاق و بلع در دسترس هستند دوباره شارژ می‌شوند. همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی توانایی فیبر در اتصال مواد معدنی را دارد بنابراین می‌تواند منجر به افزایش ترشح مدفوع، مواد معدنی و الکترولیت‌ها شود. با این وجود ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر از فیبر ممکن است به اتصال فلزات سنگین کمک کند. علاوه بر این، تمام بخش‌های فیبر خاصیت ظرفیت تبادل کاتیونی را به نمایش می‌گذارند، فیبر می‌تواند به طور موثر بدن انسان را در برابر بلعیدن فلز کاتیون سمی سنگین مانند جیوه و سرب سم‌زدایی و دفع کلسترول و اسیدهای صفراوی یا نمک ها را افزایش دهد. این ظرفیت برای اتصال یون‌های فلزی سنگین به آنها فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی می‌بخشد (Daou Zhang, 2013). هنگامی که آب وارد ساختار فیبر می‌شود، درشت مولکول‌ها را پراکنده می‌سازد (تورم) تا هنگامی که کاملاً پراکنده شوند مولکول‌هایی مانند سلولز به دلیل ساختار خاص خود به پراکندگی نهایی نمی‌رسند، یعنی متورم می‌شوند اما حل نمی‌شوند. بنابراین احتمالاً آمورف شدن سلولز و ایجاد فضاهای خالی در شبکهٔ لیگنوسلولزی سبب افزایش نفوذ آب به آن و افزایش تورم می‌شود (Niasti *et al*., 2017). ژانگ و همکاران در سال (Zhang *et al*., 2013) در بررسی اثر فرایند اکستروژن بر ویژگی‌های فیبر رژیمی محلول سبوس جو دوسر، قدرت تورم بالا را به حضور تعداد زیاد زنجیره‌های طویل فیبر رژیمی نسبت دادند. با توجه به غنی بودن مالت جو از فیبر به خصوص بتاگلوکان نتیجه‌گیری می‌شود که افزودن فیبر استخراج شده همانطور که انتظار می‌رفت باعث افزایش درصد فیبر در تیمارهای حاوی فیبر در سس مایونز کم چرب شد (Zhang *et al*., 2013) .

اندازه‌گیری میزان ویسکوزیته

اثر افزودن فیبر مالت جو بر میزان ویسکوزیته نمونه‌های سس مایونز کم چرب نتایج نشان داد که افزودن فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو منجر به افزایش معنی‌دار ویسکوزیته نمونه‌های سس مایونز شد (P<0/05). به طوری‌که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو بیشترین میزان ویسکوزیته و تیمار شاهد کمترین میزان آن را داشت (جدول ۲). شاید دلیل افزایش ویسکوزیته این امر باشد که در این سطح جایگزینی، هنوز روغن به مقدار کافی جهت تشکیل امولسیون مستحکم در دسترس نباشد و با افزودن فیبر مالت جو به سیستم امولسیونی سس مایونز، ویسکوزیته افزایش می‌یابد. از سوی دیگر در

سس مایونز، افزایش سطح تماس قطرات روغن با یکدیگر منجر به افزایش نیروی اصطکاک بین ذرات می‌شود، همین امر تاثیر بسزایی بر ویسکوزیته مایونز دارد (Nikzade *et al.*, 2012). از طرفی فیبرها به دلیل قابلیت جذب آب بالایی که دارند موجب اتصال مقدار بیشتری از آب با فیبر شده باعث ایجاد ویسکوزیته بیشتر در فاز پیوسته آبی امولسیون گردیده است (Eronen *et al.*, 2010). امیری در سال (Amiri, 2010)، گزارش کرد، استفاده از بتاگلوکان جو بدون پوشینه به عنوان جایگزین چربی در مقادیر ۲۰ درصد موجب افزایش میزان ویسکوزیته در سس‌مایونز کم‌چرب شد ولی با افزایش درصد جایگزینی تا مقدار ۳۰ درصد، ویسکوزیته نمونه کاهش و دوباره با افزایش درصد جایگزینی، ویسکوزیته افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Amiri, 2010). گلچوبی و همکاران (Golchoobi and Nouri, 2015) و مان و همکاران (Mun *et al.*, 2009) نیز نشان دادند که افزودن صمغ گزانتان به مایونز کم چرب موجب افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته شده و ویژگی‌های بافتی آن را بهبود می‌بخشد. نتایج مشابهی در پژوهش حاضر نیز گزارش شده است (Golchoobi and Nouri, 2015 ؛Mun *et al.*, 2009).

اندازه‌گیری میزان رنگ‌سنجی (L*, a*, b*)

اثر افزودن فیبر مالت جو بر میزان رنگ‌سنجی (L*, a*,b*) نمونه‌های سس مایونز کم چرب نتایج نشان داد که افزودن فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو منجر به کاهش معنی‌دار میزان روشنایی و زردی و افزایش میزان قرمزی نمونه‌های سس مایونز شد ($P<0/05$). به طوری که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو بیشترین میزان قرمزی و کمترین میزان روشنایی و زردی و تیمار شاهد بیشترین میزان زردی و روشنایی و کمترین میزان قرمزی را داشت (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر فیبر بر میزان رنگ (L*, a*, b*) نمونه‌های سس مایونز کم چرب

Table 3- The results of comparing the average effect of fiber on the amount of color (L*, a*, b*) of low-fat mayonnaise samples

تیمار Treatment	روشنایی L*	قرمزی A*	زردی B*
1	24.99 ± 34[a]	-2.12 ± 0.09[d]	1.31 ± 17[a]
2	21.15 ± 38[b]	7.69 ± 0.50[c]	4.50 ± 21[b]
3	16.83 ± 48[c]	8.25 ± 0.02[c]	7.58 ± 12[c]
4	15.12 ± 15[d]	9.02 ± 0.08[b]	10.63 ± 12[d]
5	13.72 ± 15[e]	10.20 ± 0.62[a]	13.650 ± 19[e]

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۵٪ فیبرمالت جو ، ۳: تیمار حاوی ۱۰٪ فیبر مالت جو ، ۴: تیمار حاوی ۱۵٪ فیبر مالت جو ، ۵: تیمار حاوی ۲۰٪ فیبر مالت جو

1:control treatment, 2: treatment containing 5% barley malt fiber, 3: treatment containing 10% barley malt fiber, 4: treatment containing 15% barley malt fiber, 5: treatment containing 20% barley malt fiber

به طور کل یکی از وظایف روغن در فرمولاسیون محصولات غذایی ایجاد براقیت یا درخشندگی در سطح نمونه می‌باشد که با کاهش میزان روغن، چربی و یا شورتنینگ مصرفی، در فرمولاسیون از میزان درخشندگی کاسته می‌شود حتی به گونه‌ای که ممکن است این محصول بازارپسندی خود را از دست بدهد. از این رو این انتظار وجود داشت که با کاهش سطح روغن در فرمولاسیون سس و جایگزین نمودن آن با فیبر مالت جو از میزان مولفه رنگی L* کاسته می‌شود. از سوی دیگر نتایج ارزیابی مولفه رنگی a* بیانگر افزایش میزان این مولفه رنگی با افزایش سطح بتاگلوکان و فیبر مالت جو در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب بود. همچنین علت کاهش میزان مولفه رنگی b* می‌تواند به دلیل کاهش مصرف روغن در فرمولاسیون که منجر به کاهش زردی شد که به احتمال زیاد این امر تحت تاثیر رنگدانه‌های موجود در روغن بوده است (Naghipour *et al.*, 2017). از طرفی شاید بتا گلوکان علاوه بر تاثیر مستقیم بر رنگ فراورده موجب کاهش اندازه ذرات مایونز شده و همین امر باعث کاهش روشنایی نمونه‌ها شود (Amiri Aghdaei *et al.*, 2012). در همین راستا امیر عقدایی و همکاران (Amiri Aghdaei *et al.*, 2012)، گزارش کردند که افزودن میزان بتاگلوکان جو دوسر موجب کاهش روشنایی در مایونز می‌شود. وراسینچای و همکاران (Worrasinchai *et al.*, 2006) با بررسی ویژگی‌های رنگی سس مایونز کم چرب تهیه شده با استفاده از بتاگلوکان استخراج شده از مخمر ساکاروماسیس سرویزیه با کاهش میزان روغن کاهش روشنی را گزارش نمودند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (Worrasinchai *et al.*, 2006).

اندازه‌گیری میزان ارزیابی حسی (طعم، بو، بافت، رنگ، پذیرش‌کلی)

اثر افزودن فیبر مالت جو بر میزان ارزیابی حسی (طعم، بو، بافت، رنگ، پذیرش‌کلی) نمونه‌های سس‌مایونز کم چرب نتایج نشان داد که افزودن فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو منجر به کاهش معنی‌دار امتیاز طعم، بافت، رنگ و پذیرش‌کلی نمونه‌های سس مایونز شد ($P<0/05$). اما کاهش امتیاز بو از لحاظ آماری برای بو معنی‌دار نبود ($P>0/05$). به طوری‌که تیمار حاوی ۲۰ ٪ فیبر مالت جو کمترین امتیاز حسی (طعم، بو، بافت، رنگ، پذیرش‌کلی) و تیمار حاوی ۵ و ۱۰ درصد فیبر مالت جو بیشترین امتیاز حسی (طعم، بو، بافت، رنگ، پذیرش‌کلی) را از ارزیابان دریافت کردند (جدول ۴).

جدول ٤- نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر فیبر بر امتیاز حسی نمونه های سس مایونز کم چرب

Table 4- The results of comparing the average effect of fiber on the sensory score of low-fat mayonnaise samples

تیمار Treatment	طعم Taste	بو Odur	بافت Texture	رنگ Color	پذیرش کلی General acceptance
1	4.33 ± 0.58^{ab}	5.0 ± 0.0^{a}	3.67 ± 0.58^{bc}	4.33 ± 0.58^{ab}	4.67 ± 0.58^{a}
2	5 ± 0.0^{a}	4.67 ± 0.58^{ab}	4.33 ± 0.58^{ab}	4.67 ± 0.58^{a}	4.67 ± 0.58^{a}
3	4.33 ± 0.58^{ab}	4.67 ± 0.58^{ab}	4.67 ± 0.58^{a}	4.0 ± 0.1^{abc}	4.67 ± 0.58^{a}
4	3.67 ± 0.58^{b}	4.33 ± 0.58^{ab}	3.33 ± 0.58^{c}	3.33 ± 0.58^{bc}	4.0 ± 0.58^{a}
5	3.33 ± 0.58^{b}	4.0 ± 0.0^{b}	3.0 ± 0.0^{c}	3.0 ± 0.0^{c}	3.0 ± 0.0^{b}

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۵٪ فیبرمالت جو ، ۳: تیمار حاوی ۱۰٪ فیبر مالت جو ، ۴: تیمار حاوی ۱۵٪ فیبر مالت جو ، ۵: تیمار حاوی ۲۰٪ فیبر مالت جو

1:control treatment, 2: treatment containing 5% barley malt fiber, 3: treatment containing 10% barley malt fiber, 4: treatment containing 15% barley malt fiber, 5: treatment containing 20% barley malt fiber

از آنجا که کمترین امتیاز رنگ مربوط به تیمار حاوی ۲۰ درصد فیبر استخراج شده از مالت جو بود، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش درصد جایگزینی فیبر با روغن موجب کاهش میزان روشنایی و تاثیر نامطلوب بر رنگ فراورده شده است. همچنین افزودن فیبر تا ۲۰ درصد به دلیل طعم خود فیبر تا حدودی باعث کاهش امتیازات این پارامترها شد. و بافت نمونه‌های سس مایونز از آنجایی که با افزودن میزان فیبر، ویسکوزیته افزایش یافت امتیازات کمتری در تیمار حاوی ۲۰ درصد فیبر گرفت (Arabshahi *et al.*, 2014). در همین راستا امیر عقدایی و همکاران (Amiri Aghdaei *et al.*, 2012)، در تحقیقی که بر روی تاثیر بتاگلوکان جو بدون پوشینه به عنوان مقلد چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب انجام دادند گزارش کردند که امتیازات حسی نمونه‌ها با افزایش جایگزینی بتاگلوکان، کاهش یافت (Amiri Aghdaei *et al.*, 2012). همچنین طی تحقیقی که عربشاهی و همکاران (Arabshahi *et al.*, 2014)، بر روی تاثیر موسیلاژ دانه ریحان به عنوان جایگزین چربی بر روی سس مایونز کم چرب انجام دادند، نتایج مشابهی را گزارش کردند. گلوچوبی و همکاران (Golchoobi *et al.*, 2015)، نیز در تحقیقی که بر روی کاربرد توأم نانوفیبر سلولز و صمغ گوار به عنوان پایدار کننده در مایونز کم چرب انجام دادند گزارش کردند که افزودن میزان غلظت صمغ گوار و نانو فیبر سلولز موجب کاهش امتیاز طعم و مزه و رنگ در نمونه‌های سس مایونز کم چرب شد و امتیاز بو در تیمارها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود که در راستای پژوهش حاضر بود (Golchoobi *et al.*, 2015). همچنین کاستیرا و باریلکو (Kostyra and Baryłko-Pikielna, 2007) در پژوهشی که بر روی تأثیر سطوح چربی و افزودن صمغ گوار در امولسیون‌های مایونز بر ادراک حسی طعم دود و طعم شور انجام دادند، گزارش نمودند که با توجه به یکسان بودن ویسکوزیته نمونه های مایونز، کاهش عطر و طعم و مزه در مایونز کم چرب ناشی از افزودن صمغ گوار بوده است. که نتایج این پژوهش را تایید می‌کند (Kostyra and Baryłko-Pikielna, 2007).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق اثر جایگزینی درصدهای مختلف فیبر استخراج شده از تفاله مالت جو با چربی در سطوح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد)، بر خواص فیزیکوشیمیایی (پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر، ویسکوزیته و رنگ‌سنجی (*L*, a*, b)) و خواص حسی (طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش‌کلی) مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی نتایج نشان داد که جایگزین‌های حاوی فیبر مثل جو می‌توانند به دلیل کم کردن میزان کالری ناشی از چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب کمک به رژیم غذایی کنند و میزان فیبر رژیمی را افزایش دهند که در این صورت می‌توان از خواص فیبرها نیز در این محصول بهره برد. استفاده از جایگزین‌های چربی یکی از این شرایط بهبود یافته است که علاوه بر کاهش میزان کالری دریافتی، خواص مطلوبی مانند افزایش فیبر و خواص حاصل از آن را در محصول به‌همراه دارد. در نهایت تیمار ۳ (حاوی ۱۰ درصد فیبر مالت جو) به عنوان تیمار برتر شناخته شد.

منابع

1. Amiri Aghdaei, S.S., Alami, M., Sadeghi Mahonek, A., & Jafari, S.M. (2012). Effect of hull -less barley beta - glucan as a fat mimetic on physicochemical, textural and sensory properties of low fat mayonnaise. *Food Industry Research (Agricultural Knowledge), 22*(2), 141-154. SID. https://sid.ir/paper/148466/fa.
2. Amiri, S. (2010). *Extraction of beta-glucan from hulled barley and its use in mayonnaise formulation*, Master's thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
3. Arabshahi, S., Aalami, M., & Amir Aghdaei, S. (2014). Effect of basil seed mucilage as a fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat mayonnaise. *Journal of Food Industry Research, 42*(4).
4. Bortnowska, G., & Makiewiewicz, A. (2006). Technological utility of guar gum and xanthan for the productio of low fat inulininriched mayonnaise. *Acta Science Poland Tecnology,* 5, 135-146.
5. Bostani, A.N., Ahmed, M.G., & Salem, A.A. (2011). Development of light mayonnaise formula using carbohydrate based fat replacement. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5*(9), 673-682.
6. Brückner-Gühmann, M., Benthin, A., & Drusch, S. (2018). Enrichment of yoghurt with oat protein fractions: Structure formation, textural properties and sensory evaluation. *Food Hydrocolloids*, S0268-005X(17)31679-X.
7. Dadapour, S., & Yazdan Panah, P. (2020). Production of low -fat mayonnaise with using nano -emulsion of Cordia myxal extract. *Food Science and Industry*, 104(17), 1. http://doi.org/10.52547/fsct.17.104.135.
8. Daou, Ch, & Zhang, H. (2013). Functional and physiological properties of total, soluble,and insoluble dietary fibres derived from defatted rice bran. *Journal Food Science Technology, 51*(12), 3878–3885.
9. Eronen, P., Junka, K., Haggblom, M., Laine, J., & Osterberg, M. (2010). *Polysaccharide interactions with nanocellulose as a platform for biomimetic modifications*. In Proceeding of the International Conference on Nanotechnology for the Forest Products Industry (pp. 1099-1122). Georgia: TAPPI Press.
10. Ghorbanian, N., & Nouri, L. (2016). Investigating the possibility of using sodium actinyl succinate modified starch (E1450) as an egg substitute in mayonnaise. *Innovation in Food Science and Technology (Food Science and Technology), 8*(3), 65-75. https://sid.ir/paper/502243/fa.
11. Golchoobi, L., Alimi, M., & Yousefi, H. (2015). The effects of the addition of nanofiber cellulose and carboxy methyl cellulose on physicochemical and sensory properties of low-fat Mayonnaise, *New Journal of Modern Food Technologies, 3*(2), 23-32. http://doi.org/10.22104/JIFT.2015.227.
12. Kostyra, E., & Baryłko-Pikielna, N. (2007). The effect of fat levels and guar gum addition in mayonnaise-type emulsions on the sensory perception of smoke-curing flavour and salty taste. *Food Quality and Preference, 18*, 872–879.
13. Kuret, M., Wyrwisz, J., Piwinska, M., & Wierzbicka. (2016). The effect of oat fibre powder particle size on the physical properties of wheat bread rolls. Wheat Bread Rolls with Oat Fibre, *Food Technology Biotechnology, 54*(1), 45–51.
14. Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., & Izydorczyk, M.S. (2007). *Cereal b-glucans: Structures, physical properties, and physiological functions*. In C. G. Biliaderis and M. S. Izydorczyk (Eds.), Functional food carbohydrates (pp. 1–72). Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
15. Lee, I., Lee, S., Lee, N., & Ko, S. (2013). Reducedfat mayonnaise formulated with gelatinized rice starch and xanthan gum. *Cereal Chem*istry, *1*, 29-34.
16. Li, J., Yuntao, W., Bin, Z., & Bin, L. (2014). Application of micronized konjak gel for fat analog in mayonnaise. *Food Hydrocolloid, 35*, 375-382.
17. Liu, H., Xu, X.M., & Guo, S.H.D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *Food Science Biotechnology, 6*, 946-654.
18. Mirghafoori, S., & Rahimi, S. (2016). Evaluation of the physicochemical, emulsion and rheological properties of mayonnaise containing soy milk and Aloe vera gel. *Journal of Innovative Food Technologies*, 3(11), 73-83. http:doi.org/10.22104/JIFT.2016.296.
19. Mun, S., Kim,Y.L., Kang, C., Kang, C., Shim, J., & Kim, Y. (2009). Development of reduced–fat mayonnaise using 4-alpha GTase–modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules, 44*(5), 400-407.
20. Naghipour, F., Tabatabaei Yazdi, F., Karimi, M., Mortazavi, S.A., & Mohebbi, M. (2017). Effect of sorghum β-Glucan as fat replacer in low fat GlutenFree cup cake production. *Journal of Food Sciences and Industries. JFST* 61(13).
21. National Standard of Iran No. 2454, (2015). Publications of the Organization of Standards and Industrial Research of Iran, Mayonnaise and salad dressings - characteristics and methods.
22. National Standard of Iran No. 2965, (2002). Characteristics and methods of microbiological test of mayonnaise sauce and salad dressing.

23. National Standard of Iran No. 3827, (2013). Publications of the Organization of Standards and Industrial Research of Iran, Soup Characteristics and Method.
24. Niasti, S., Haddad Khodaparast, M., Milani, M., & Koocheki, A. (2017). Production and optimization of functional fiber supplement based on food by-products using extrusion technology. *Research and Innovation in Food Science and Industry*, *7*(2), 14-133.
25. Nieto-Nieto, T., Wang, Yi., Ozimek, L., & Chen, L. (2015). Inulin at low concentrations significantly improves the gelling properties of oat protein e A molecular mechanism study. *Food Hydrocolloids*, *50*, 116e127.
26. Nikzade, V., Mazaheri Tehrani, M., & Saadatmand-Tarzjan, M. (2012). Optimization of low-cholesterol low-fat mayonnaise formulation: effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*, *28*(2), 344–352.
27. Salehi Far, M., & Fadai Noghani, V. (2013). Investigating the possibility of extracting dietary fiber from rice bran and comparing its functional properties with commercial wheat fiber. *Food Technology & Nutrition*, *10*(3). https://sid.ir/paper/143270/fa.
28. Shahriari, K. (2016). *Effect of wheat and barley malt flour supplementation in increasing the fiber and protein of sponge cake.* The 23rd National Congress of Food Sciences and Industries of Iran focusing on the food industry and applied research, November 20 and 21.
29. Shen, R., Luo, S., & Dong, J. (2011). Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry*, *126*, 65-71.
30. Vazquez-Ovando, A., Rosado-Rubio, G., Chel Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *Journal Food Science Technology*, *42*, 168-173.
31. Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006). Glucan prepared from spent brewer,s yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, *20*(1), 68-78.
32. Zarei, A, & Davoudi, M. (2017). Evaluation of physicochemical, image, textural and sensory properties of low fat mayonnaise containing melon seed flour. *Iran Food Science and Industry*, *13*(61), 177-184. https://sid.ir/paper/71869/fa.
33. Zhang, H., Zhang, Y., Wang, X., Qisen, X., Bai, Y., Li, S., & Yang, L. (2017). Effects of Bamboo shoot dietary fiber on mechanical properties, moisture distribution, and microstructure of frozen dough. *Journal of Chemistry*, 4513410, 7 pages.